Aus der Abteilung für Nuklearmedizin
Ärztlicher Direktor Professor Dr. U. Feine
des Medizinischen Strahleninstituts der
Universität Tübingen

NUKLEARMEDIZINISCHE UNTERSUCHUNG ZUR URETERPERISTALTIK MIT ^{99m}Tc-MDP ALS NEBENBEFUND ZUM KNOCHEN–SZINTIGRAMM BEI NIERENGESUNDEN PATIENTEN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der Zahnheilkunde

der
MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt von
Rolf Lindenberger
aus Leonberg

1981

Aus der Abteilung für Nuklearmedizin
Ärztlicher Direktor Professor Dr. U. Feine
des Medizinischen Strahleninstituts der
Universität Tübingen

NUKLEARMEDIZINISCHE UNTERSUCHUNG ZUR URETERPERISTALTIK MIT ^{99m}Tc-MDP ALS NEBENBEFUND ZUM KNOCHEN–SZINTIGRAMM BEI NIERENGESUNDEN PATIENTEN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der Zahnheilkunde

der
MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt von
Rolf Lindenberger
aus Leonberg

1981

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Dekan:	Professor Dr. K. Voigt
1. Berichterstatter:	Professor Dr. U. Feine
2. Berichterstatter:	Professor Dr. K. Anger

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

A EINLEITUNG UND AUFGABENSTELLUNG ____ 1

B MATERIAL UND METHODIK ____ 2

I. Patientengut ____ 2

II. Methodik ____ 4

1. Patientenvorbereitung und Tracerapplikation ____ 4

2. Datenaufnahme ____ 4

3. Auswertung ____ 6

a) Basisauswertung ____ 6

b) Basisdokumentation ____ 11

c) Weiterführende UKG - Auswertung ____ 11

C UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE ____ 12

D DISKUSSION ____ 31

E ZUSAMMENFASSUNG ____ 34

F LITERATURVERZEICHNIS ____ 36

G LEBENSLAUF ____ 41

A EINLEITUNG UND AUFGABENSTELLUNG

Die Szintigraphie hat seit ihrer Einführung eine immer größere Bedeutung als Untersuchungsmethode erlangt. Mit ihr ist es möglich, außer der Lage, Größe und Form auch unterschiedliche Aktivitätsverteilungen in den Organen darzustellen.

Im Bereich der Nieren und der ableitenden Harnwege hat die Szintigraphie primär die Nierenfunktion als Ganzes und die Seitenverteilung sowie der Abfluß der einzelnen Nieren untersucht. Der normale Ureter stellt sich im üblichen Szintigramm nicht dar.

Im Sommer 1978 wurde von Müller - Schauenburg (17) in Tübingen eine neue nuklearmedizinische Methode, das sogenannte Ureterkinetogramm (UKG), entwickelt, die Informationen über die oberen ableitenden Harnwege liefert. Eine Pilot - Studie war mit 35 Patienten durchgeführt worden.

Da neben der erwähnten Pilot - Studie nur kranke Kinder und Erwachsene untersucht wurden, soll nun in der Position, in der das UKG üblicherweise angefertigt wird, nämlich im Liegen, Normalwerte gewonnen und ihre Abhängigkeit von der Hydrierung untersucht werden.

Diese Arbeit soll zur Orientierung zu den Untersuchungen von Hippéli (12), der erwachsene urologische Patienten vergleichend röntgenologisch und nuklearmedizinisch untersucht, und von Müller - Schauenburg (17), dessen Arbeitsschwerpunkt bei kranken Kindern liegt, dienen.

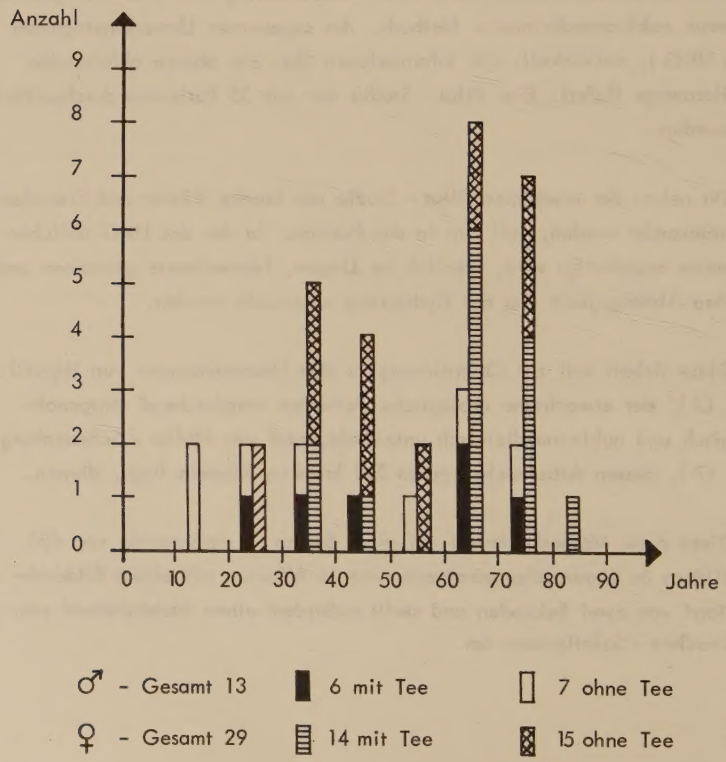
Diese neue Methode basiert auf einer Serien - Szintigraphie von 480 Bildern im Untersuchungszeitraum von 16 Minuten mit einem Bilderabstand von zwei Sekunden und stellt außerdem einen Nebenbefund zum Knochen - Szintigramm dar.

B MATERIAL UND METHODIK

1. Patientengut

Insgesamt wurden 45 Patienten im Alter von 17 bis 83 Jahren untersucht. Davon erhielten 25 Patienten 20 Minuten vor Untersuchungsbeginn 2 Gläser ($\approx$ 300 ml) Tee zu trinken. Altersverteilung, Geschlecht, mit Tee - ohne Tee, ergibt sich aus dem Diagramm 1.

Diagramm 1



In Tabelle 1 wird die Diagnose aufgezeigt.

Tabelle 1

	♀	Anzahl	%
1	Tumor oder Tumorausschluß (+ Zustand nach Operation)	24	83
2	Knochenerkrankungen	3	10
3	Sonstige	2	7

	♂	Anzahl	%
1	Tumor oder Tumorausschluß (+ Zustand nach Operation)	9	69
2	Knochenerkrankungen	4	31

Bei drei Patienten (zwei ohne Tee, einer mit Tee) wurde die Auswertung abgebrochen, da bei zwei Patienten im Untersuchungszeitraum eine Abflußbehinderung auftrat und die Blase nicht zur Darstellung kam, bei einem Patienten lag kein Funktionsanstieg vor.

Unter den restlichen 42 Patienten gab es eine Vielzahl von der Norm abweichende Fälle im UKG und im Summenbild. (Peristaltikfrequenz, Retroperistaltiken, Depots).

Es wurde eine Frühstücksanamnese mit Zeitpunkt, Getränken und Verzehr erhoben. Da das Frühstück aller Patienten eine Stunde oder länger vor dem Untersuchungsbeginn lag, kann von einem normal hydrierten Zustand ausgegangen werden.

II. Methodik

1. Patientenvorbereitung und Tracerapplikation

Die Untersuchung wurde mit entleerter Blase und im Liegen durchgeführt. Die Aufnahme erfolgte von hinten bzw. von unten. Zur genauen Positionierung wurde die Spritze mit dem zu injizierenden radioaktiven Material auf den Mittelpunkt zwischen den Cristae iliaceae gelegt. Die Lage des Patienten wurde daraufhin geändert, bis das radioaktive Material in der Mitte des Camera - Gesichtsfeldes lag.

Als Tracer wurde das ^{99m}Tc - MDP verwendet, das routinemäßig beim Knochen - Szintigramm eingesetzt wird. Es wurde i.v. in die rechte Ellenbeuge in einer Dosis von 9,0 bis 13,0 m Ci gegeben. (Mittel 11,2 m Ci).

2. Datenaufnahme

In den folgenden 16 Minuten nach Injektion wurden ein MDP - Nieren-Szintigramm angefertigt. Die Daten wurden von einer Picker Dyna 4/15-Camera mit einem Gesichtsfeld von 38 cm Durchmesser aufgenommen. Die Auswertung erfolgte mit einem PDP und einem Gamma - 11 - System Digital Equipment Cooperation als Auswertungspaket.

Dabei wurden folgende Quelldaten für die weitere Auswertung genommen:

1. Eine Bilderserie von 480 x 2 Sekunden

2. Ein analoges Summenbild auf Röntgenfilm (Durchmesser 16,5 cm, das einem Maßstab von 1 : 2,3 entspricht) über 1. bis 16. Minute p. i. mit standardisierter übersteuerter Darstellung der Nieren und der Blase.

Das eigentliche Knochen - Szintigramm wurde wie üblich nach mindestens zwei Stunden angefertigt.

3. Auswertung

a) Basisauswertung

1. Routine - Nierenuntersuchung

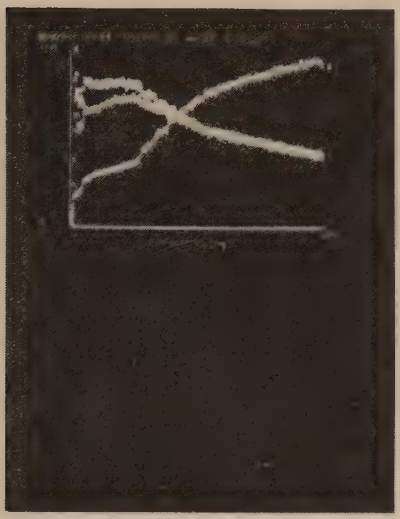
Eine Routine - Nierenserien - Szintigraphie mit der Markierung von drei regions über beide Nieren und der Blase zur Bestimmung des Seitenverhältnisses, des Funktionsanstieges, der maximalen Zeit, der maximalen Höhe und die Zeiten des Abfalles auf 70 %, 50 % und 30 % wird erstellt.

2. Das Urokinetogramm

Das von Müller - Schauenburg (17) entwickelte UKG (=Matrix-Synopsis-Plot= MS-Plot)schließt sich der Routine-Nierenauswertung an.

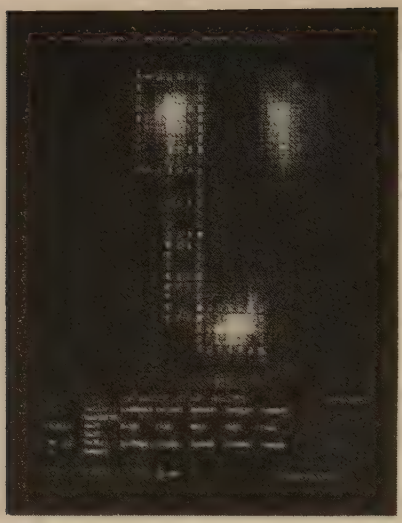
Aus dem durch die Routine - Auswertung erhaltene Bild über den Funktionsanstieg (Bild 1) wird das Bild, bzw. der Zeitpunkt aus der Bilderserie herausgegriffen, an dem die Nierenfunktionskurven abfallen und gleichzeitig sich die Blase füllt. Zur Darstellung der Ureteren werden die nächsten 100 Bilder aufaddiert (Bild 2).

Bild 1



Die Ureteren kommen zur Darstellung, indem die obere und untere Grenze der Intensitätsdarstellung geändert wird. Das Summenbild leistet zur Verifizierung der Ureteren zusätzliche Informationen. Danach beginnt die Auswertung des linken Ureters indem eine Regions - Serie über Nieren, Nierenbecken, Ureter und Blase gesetzt wird (Bild 2).

Bild 2



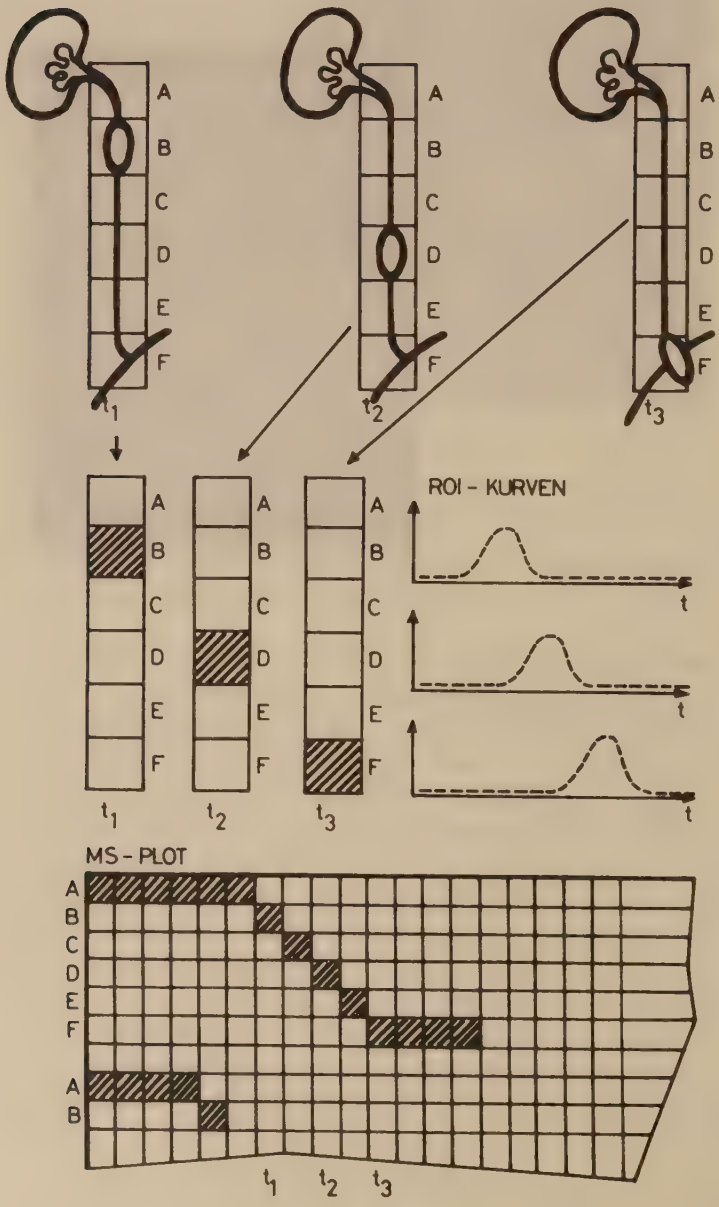
Mit Hilfe der Standard - Gamma - 11 - Software werden die zu jeder ROI - Fläche gehörenden Kurven ausgerechnet.

Die Impulszahl der ROI - Kurven wird mit Hilfe des zentralen UKG - Fortran - Programm in eine Bild - Matrix eingeschrieben, wobei ein Untergrund substrahiert wird, um eine klarere Darstellung zu erhalten. Die Verarbeitung erfolgt für jede ROI - Kurve in 2 - Minuten - Segmenten (entspricht 60 Punkten) die in den Anfang einer 64 x 64 Matrix eingeschrieben werden. In den restlichen 4 Zellen werden überlappend der Anfang des nächsten Zeitstreifens dargestellt. In der 64 x 64 Matrix können nun 8 Zeitstreifen (à 2 Minuten) von 7 ROI - Flächen, mit jeweils einer Leerzeile dazwischen, untergebracht werden. Dabei erhält man ein Weg - Zeit - Diagramm. In X - Richtung wird die Zeit, bzw. die entsprechende Bildnummer, in Y - Richtung der Ort, bzw. die zugehörige ROI - Fläche aufgetragen. Durchläuft nun eine Portion radioaktiven Urins in einer peristaltischen Welle nacheinander die Regions of Interest eines Ureters, so ergibt sich eine

schräge Linie verstärkter Impulszahlen im MS - Plot (Siehe Schema 1 + Bild 3). Im Folgenden wird diese Erscheinung Spindel genannt.

Bild 3 MS - Plot

Schema 1 MS - Plot (nach Manfred Wolf) (26)



b) Basisdokumentation

Für die Basisdokumentation werden Polaroid - Fotos der Nieren- und Blasenfunktionskurven, die regions - Bilder und die dazugehörenden MS - Plot - Bilder (getrennt für linken und rechten Ureter) angefertigt. Hinzu kommt das schon ober erwähnte analoge Summenbild.

c) Weiterführende UKG - Auswertung

Aus dem UKG werden folgende Fakten gewonnen und ausgewertet:

1. Die Zeitspanne bis zur ersten, sicher zu erkennenden Spindel.

2. Die Gesamtspindelzahl über den gesamten Untersuchungszeitraum.

3. Die Spindelzahl zwischen der 7. und 16. Untersuchungsminute.

4. Der durchschnittliche Abstand zwischen zwei Spindeln während der letzten 10 Untersuchungsminuten.

5. Eine graphische Darstellung der Zeitabstände zwischen zwei aufeinanderfolgenden Spindeln.

6. Unterschiede zwischen ampullären Nierenbecken und dem linearen Typ (Zeit bis zur ersten Spindel und die Spindelzahl).

7. Spindelgeschwindigkeit

8. Sonderformen (verschiedene Depotformen, Retroperistaltiken).

C UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

UKG - Ergebnisse

Tabelle 3 zeigt die Zeit bis zur ersten sicheren Spindel, die Gesamtspindelzahl, die Spindelzahl zwischen der 7. und 16. Minute, jeweils aufgeschlüsselt nach Geschlecht, mit oder ohne Tee, linkem und rechtem Ureter.

Für den zentralen Vergleich der Gruppen mit und ohne Tee fanden sich folgende Ergebnisse:

Die Spindelzahl zwischen der 7. und 16. Minute unterscheidet sich auf dem Signifikanzniveau $2p < 0{,}01$.

Die Gesamtspindelzahlen unterscheiden sich auf dem Signifikanzniveau $2p < 0{,}05$.

Die Zeit bis zur ersten Spindel unterscheidet sich gerade nicht mehr auf dem Signifikanzniveau $p < 0{,}05$, ein Hinweis darauf, daß ein größeres Kollektiv sehr wohl einen Unterschied bringen könnte.

Tabelle 3

PATIENTEN-ZAHL	OHNE TEE			MIT TEE			TOTAL
	♀	♂	GESAMT	♀	♂	GESAMT	
	15	7	22	14	6	20	42

	♀		♂		MITTEL-WERT TOTAL	♀		♂		MITTEL-WERT TOTAL	MITTEL-WERT
	LINKS	RECHTS	LINKS	RECHTS		LINKS	RECHTS	LINKS	RECHTS		
ZEIT BIS 1. SPINDEL	4' 23"	5' 00"	4' 47"	4' 21"	4' 38"	4' 19"	4' 20"	4' 08"	3' 05"	4' 07"	4' 23"
	± 1' 22"	± 1' 40"	± 1' 22"	± 58"		± 57"	± 1' 04"	± 1' 21"	± 3' 50"		
Standard-abweichung	4' 41"		4' 34"		± 1' 22"	4' 20"		3' 37"		± 1' 01"	± 1' 12"
	± 1' 31"		± 1' 09"			± 59"		± 1' 05"			
GESAMT-SPINDEL-ZAHL	21,9	21,4	21,6	20,6	21,5	20,1	18,6	14,7	15,8	18,1	19,9
	± 6,79	± 6,45	± 5,94	± 6,70		± 8,06	± 6,20	± 6,68	± 5,57		
Standard-abweichung	21,7		21,1		± 6,38	19,3		15,3		± 6,74	± 6,55
	± 6,51		± 6,11			± 7,10		± 5,90			
SPINDEL-ZAHL ZW. 7' UND 16'	17,6	17,6	18,7	16,9	17,7	16,6	14,2	12,2	11,7	14,4	16,1
	± 6,31	± 5,17	± 5,25	± 6,34		± 7,12	± 4,74	± 5,31	± 3,39		
Standard-abweichung	17,6		17,8		± 5,65	15,4		11,9		± 5,52	± 5,59
	± 5,64		± 5,67			± 6,06		± 4,25			

Die Anordnung von 2 - Minuten-Zeilen im UKG bringt eine zeitliche Aussage über den Anstieg der Aktivität im abgeschiedenen Urin aus der Niere. In Tabelle 4 ist die Gesamtspindelzahl in jeweils 2 - Minuten - Schritten aufgezeigt.

Tabelle 4

Untersuchungs - minute	1' + 2'	3' + 4'	5' + 6'	7' + 8'	9' + 10'	11' + 12'	13' + 14'	15' + 16'
Spindelzahl	2	86	225	277	247	271	275	263

Die relative Konstanz der Spindelzahlen zwischen der 7. bis 16. Minute wurde zur Berechnung
1. der durchschnittlichen Anzahl der Spindelabläufe in einer Minute und
2. des durchschnittlichen Abstandes zwischen zwei Spindeln verwandt.

Der durchschnittliche Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Spindeln und die sich daraus ergebenden Spindelabläufe pro Minute waren bei den einzelnen Versuchsgruppen sehr unterschiedlich. Die einzelnen Werte und das Mittel aus allen Versuchsgruppen sind in Tabelle 5 aufgeführt und gelten für den Zeitraum von der 7. bis 16. Minute.

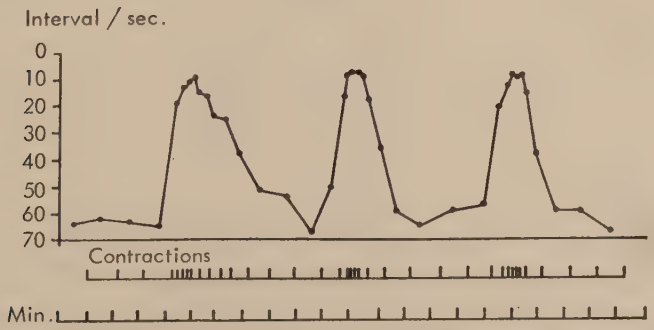
Tabelle 5

	ohne Tee			mit Tee			Gesamt
	♀	♂	$\bar{x}$	♀	♂	$\bar{x}$	$\bar{x}$
$\bar{x}$ - Spindeln / Min.	1.76	1.78	1.77	1.54	1.19	1.44	1.61
Standardabweichung	$\pm$ 0.56	$\pm$ 0.57	$\pm$ 0.57	$\pm$ 0.61	$\pm$ 0.43	$\pm$ 0.55	$\pm$ 0.56
$\bar{x}$ - Abstand [Sek.] zw. 2 Spindeln	34.1	33.7	33.9	40.0	50.4	41.7	37.3

Synchronabläufe von Spindeln in den Ureteren stellen nach Hanley (8) statistische Zufälle dar, da keine Koppelung beider Ureteren besteht.

Die Spindelabstände wurden für jeden einzelnen Ureter in ein Diagramm, das in Anlehnung der Untersuchungsergebnisse von Hajós (11) umgesetzt. Hajós beschreibt eine Rhythmik in den Spindelabständen. Das Bild 4 zeigt eine solche Rhythmik aus seiner Arbeit.

Bild 4

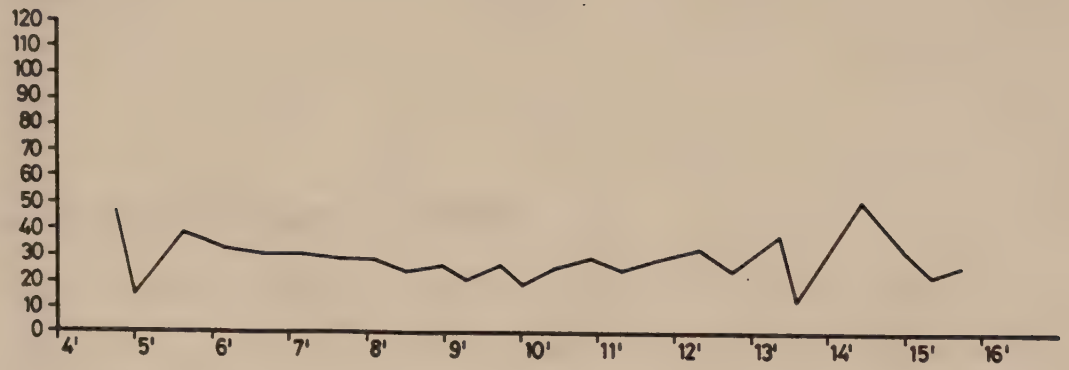


Da eine dort beschriebene Rhythmik nicht bestätigt werden konnte, wurde versucht, eine Klassifizierung anhand der erstellten Diagramme vorzunehmen. Die Differenz - Diagramme wurden vier Klassen zugeordnet, die in den folgenden Bildern je einen Vertreter dieser Klassen zeigen.

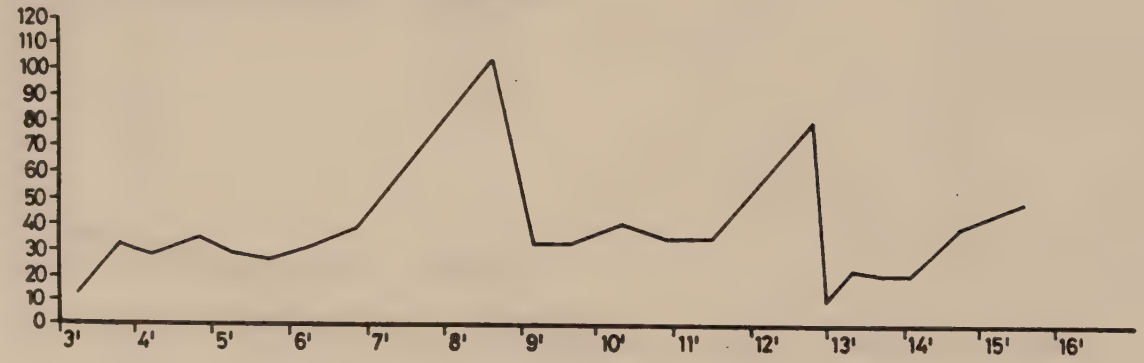
Klasse	Beschreibung
1	$\lesssim$ konstante Differenzen (bis ca. 30 Sekunden)
2	1 mit Ausreißer (bei $\lesssim$ konstanten Differenzen folgt nur eine große Differenz zwischen zwei aufeinanderfolgenden Spindeln)
3	Vorwiegend Wechsel langer - kurzer Abstand (ohne erkennbare Rhythmik)
4	Sammelgruppe, in der Phasen mit längeren konstanten Differenzen auftreten

DIFFERENZDIAGRAMME ALS BEISPIELE

PATIENT NR. 69 LINKER URETER KLASSE 1



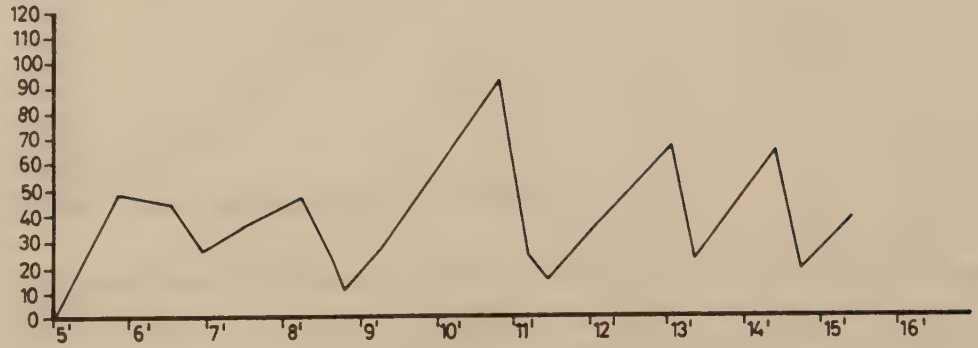
PATIENT NR. 64 RECHTER URETER KLASSE 2



DIFFERENZDIAGRAMME ALS BEISPIELE

PATIENT NR. 76 RECHTER URETER **KLASSE 3**

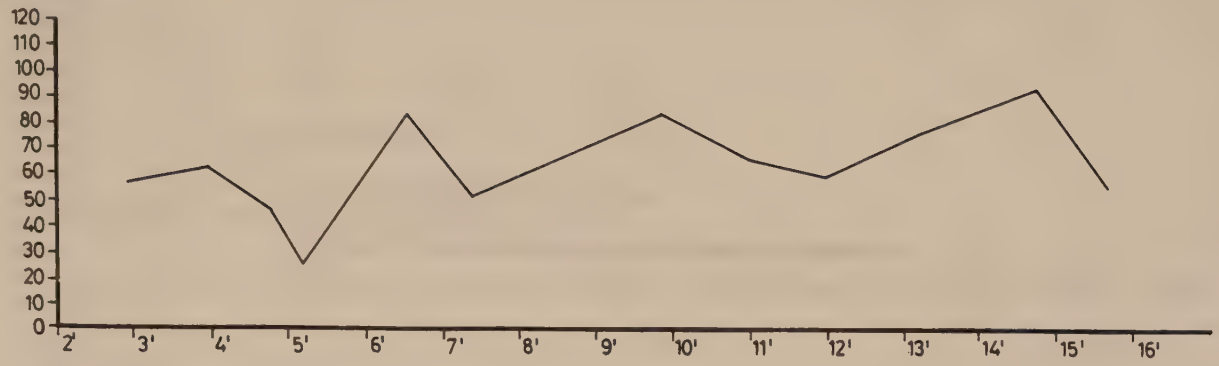
DIFFERENZ
IN SEC.



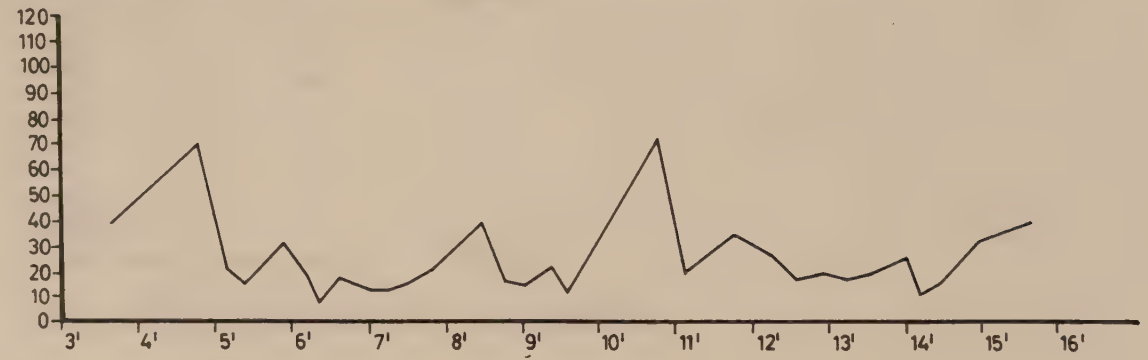
PATIENT NR. 83 LINKER URETER **KLASSE 4**

DIFFERENZDIAGRAMME ALS BEISPIELE

PATIENT NR. 71 RECHTER URETER KLASSE 4

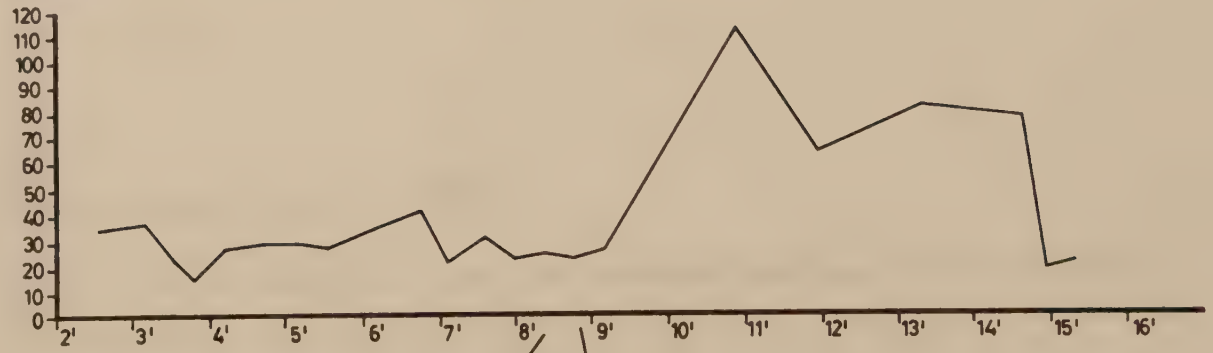


PATIENT NR. 51 RECHTER URETER KLASSE 4

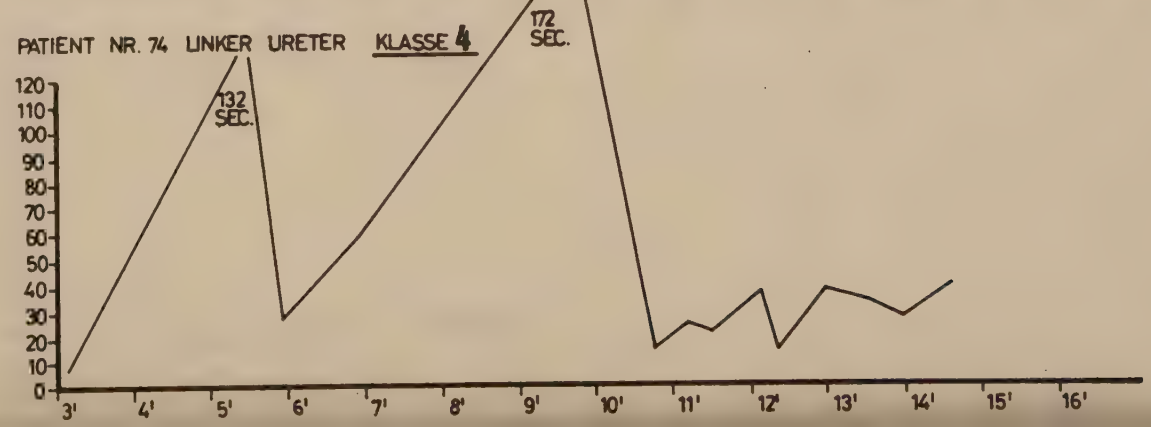


DIFFERENZDIAGRAMME ALS BEISPIELE

PATIENT NR. 80 LINKER URETER KLASSE 4

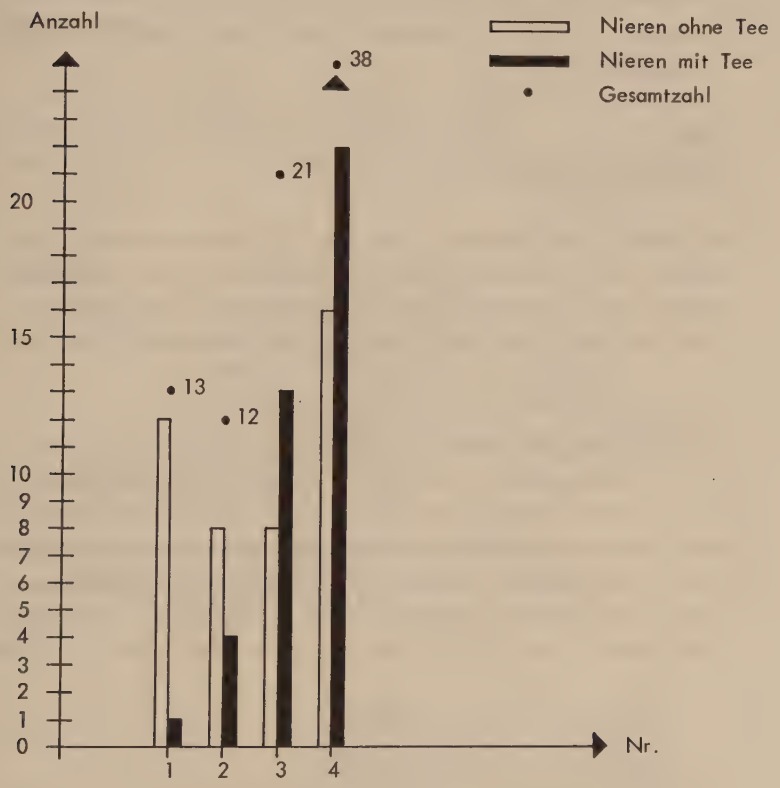


PATIENT NR. 74 LINKER URETER KLASSE 4



Das Diagramm 2 gibt Auskunft über die Verteilung in den verschiedenen Klassen.

Diagramm 2



1	≶ konstante Differenzen (bis ca. 30 Sekunden)
2	1 mit Ausreißer (bei ≶ konstanten Differenzen folgt nur eine große Differenz zwischen zwei aufeinanderfolgenden Spindeln)
3	Vorwiegend Wechsel langer - kurzer Abstand (ohne erkennbare Rhythmik
4	Sammelgruppe, in der Phasen mit längeren konstanten Differenzen auftreten

Beim Vergleich der Differenzmuster für linken und rechten Ureter ergibt sich:

1. Bei den " ohne Tee " - Patienten hat jeder zweite Patient ein gleiches Differenzmuster für linken und rechten Ureter.

2. Bei den " mit Tee " - Patienten hat jeder fünfte Patient ein gleiches Differenzmuster.

Spindelgeschwindigkeit

Alle abgelaufenen Spindeln wurden auf eine Folie übertragen, wobei sich eine große Übereinstimmung bzw. Parallelität in der Steigung der Spindeln ergab. Schema I zeigt ein schematisiertes UKG, an dem in einem Fall die Spindel und das dazugehörige Zellenraster eingetragen ist.

Die durchschnittliche Ureterlänge wird von Tanagho, E. (22) mit 28 - 30 cm angegeben. Zieht man die erste und siebte Reihe einer UKG - Zeile für Nieren - bzw. Blasenregion ab, so bleiben noch 5 - Zellen in der Zeitachse (= 10 Sekunden) was einer Geschwindigkeit von 3 cm pro Sekunde entspricht. Die Spindelablaufgeschwindigkeit wird von verschiedenen Autoren wie folgt angegeben:

- Schmidt 2,9 cm / Sekunde
- Boyarsky et al. 3,0 cm / Sekunde
- Sleator et al. 4,5 cm / Sekunde

Lineare und ampulläre Nierenbecken

Anhand der Summenbilder wurden 70 lineare Nierenbecken und 14 ampulläre Nierenbecken gefunden; dies entspricht 16,7 % ampulläre Nierenbecken und 83,3 % lineare Nierenbecken. Dieses Ergebnis deckt sich mit H. Schmidt (19), der mit 80 %iger Häufigkeit ein lineares Nierenbecken angibt.

Weiter wurde noch die Zeit bis zur ersten Spindel und die Zahl der Spindeln zwischen der 7. und 16. Minute für diese beiden Nierenbeckentypen errechnet; sie sind in Tabelle 6 aufgeführt.

Tabelle 6

	14 ampulläre Nierenbecken (16,7 %)	70 lineare Nierenbecken (83,3 %)	Differenz (ampulläre - lineare Nierenbecken)
Zeit bis zur 1. Spindel	5' 06"	4' 33"	33"
Spindelzahl zw. 7' +16'	14,6	16,3	1,7

Die ampullären Nierenbecken haben neben dem durchschnittlich 33 Sekunden späteren Beginn bis zur ersten Spindel eine, im Verhältnis zu diesen 33 Sekunden Differenz, noch geringere Anzahl von Spindeln.

Die Skizzen aus Schmidt (19) zeigen die drei Formen des Nierenbeckens. Da die Summenbilder keine so genaue Betrachtung und Beurteilung wie ein vergleichbares Röntgenbild liefern, wurde auf den Übergangstyp, der in Skizze B dargestellt ist, verzichtet.

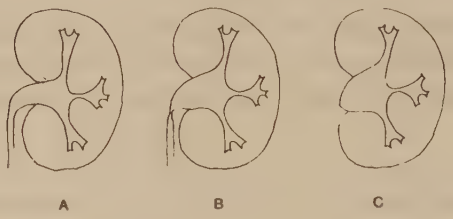


Abb. 4. Skizzen von verschiedenen Formen des uretero-renalen Übergangs
A lineares Nierenhohlraumsystem (open oder funnel type), B Übergangstyp mit Anfangskonus im oberen Ureter, C ampulläres Nierenhohlraumsystem (closed type)

Sonderformen

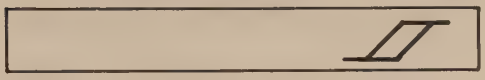
In einer großen Anzahl von Urokinetogrammen wurden spezielle Formen von Spindelabläufen beobachtet. Den größten Anteil bilden dabei die Retroperistaltiken bzw. die zusammengesetzten Sonderformen, für die ein Hin- und Herpendeln von Urinportionen anzunehmen ist. Außerdem wurde noch eine Reihe von Depots gefunden. Die Bilder 1 - 3 zeigen solche Formen.

1. Retroperistaltik

Patient 57 rechter Ureter 14. Minute

UKG

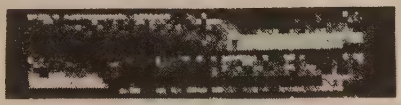
Skizze



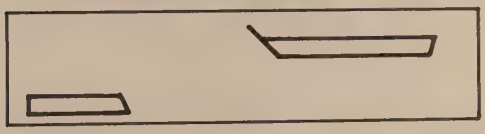
2. Depot

a) Patient 50 linker Ureter 8. und 9. Minute

UKG



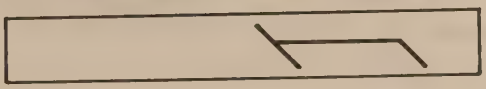
Skizze



b) Patient 49 rechter Ureter 12. Minute

UKG

Skizze



c) Patient 74 rechter Ureter 11. Minute

UKG

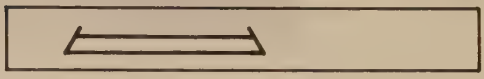
Skizze

3. Retroperistaltik mit Depot

Patient 48 linker Ureter 15. Minute

UKG

Skizze



Beim Vergleich von UKG - Depots und Depots in den Summenbildern ergab sich:

	SB	UKG	SB und UKG übereinstimmend
Deutliche Depots bzw. sichere Übereinstimmung	14	13	11
Unsichere Depots bzw. unsichere Übereinstimmung	6	5	4

Depotformen im Summenbild

1. Lineares Nierenbecken links und rechts mit praevestikalem Depot links und rechts.

   Patient Nr. 83

2. Ampulläres Nierenbecken links und rechts mit praevestikalem Depot.

Patient Nr. 48

3. Lineares Nierenbecken links und rechts mit Depot im mittleren Drittel rechts.

Patient Nr. 49

4. Lineares Nierenbecken links und rechts. Links Depot im mittleren Drittel des Ureters (oberhalb der Gefäßkreuzung) und Depot im unteren Drittel (unterhalb der Gefäßkreuzung).

Patient Nr. 39

D DISKUSSION

In den vorangegangenen Kapiteln wird versucht, Aussagen über Zeitpunkt, Zahl und Abstand von Ureterspindeln und deren Sonderformen anhand einer neuen nuklearmedizinischen Untersuchungsmethode, dem Ureterkinetogramm (UKG), zu gewinnen. Dabei werden die Untersuchungsergebnisse nach Geschlecht, mit und ohne vorhergegangenen Teegenuß, nach linkem und rechtem Ureter getrennt, aufgezeigt.

Die gesamte Untersuchung stellt aber nur einen Nebenbefund bei einem zu erstellenden Knochen - Szintigramm dar. Dabei wurde die Untersuchung nicht im Sitzen, sondern im Liegen durchgeführt, da eine größere Ruhe des Patienten und damit deutlichere Bilder über einen 16 - minütigen Untersuchungszeitraum gewährleistet ist. Eine geringere Frequenz der Spindelabläufe in der horizontalen Körperlage, wie bei Bors (2), Doertelmann (6), Schick (18), Vidal und Giannoni (24) beschrieben, wird in Kauf genommen. Retroperistaltische Phänomene kommen bei stehendem Patienten wider Erwarten häufiger vor, als bei Untersuchungen in Horizontallage (H. Schmidt (19), Stolze (22)).

Die durchschnittliche Zeit bis zur ersten deutlich erkennbaren Spindel beträgt bei der " ohne Tee " - Gruppe 4 Minuten und 38 Sekunden und beginnt damit um 31 Sekunden später, als die " mit Tee " - Gruppe. Die Gesamtspindelzahl liegt bei der " ohne Tee " - Gruppe mit 21,5 Spindeln etwas über der " mit Tee " - Gruppe mit 18,1 Spindeln. Da die Spindelzahlen ab der sechsten Minute p. i. als relativ konstant bezeichnet werden können, wird im folgenden auf diese Zeitspanne Bezug genommen.

Auch hier ergibt sich eine in etwa gleiche Spanne zwischen den beiden Gruppen : Die " ohne Tee " - Gruppe mit 17,7 Spindeln, die " mit Tee " - Gruppe mit 14,4 Spindeln. Dies entspricht einer Frequenz von 1,77 bzw. 1,44 Spindeln pro Minute. Doertelmann (7) beobachtete bei 87 % der Patienten eine Frequenz zwischen 0 - 2 Wellen / Minute. Weinberg und Siebens (25) geben in einer Tabelle über Ergebnisse verschiedener Autoren 2,5 - 6 Wellen / Minute an.

Bei Messungen über die Frequenz der Wellen in Abhängigkeit von der Flüssigkeitsmenge liegen widersprüchliche Ergebnisse vor :

1. Kiil (13) : Die Frequenz nimmt nicht zu, der Einzelbolus wird größer.

2. Boyarsky, S., Martinez, J. (4) : Bei steigender Diurese erhöht sich die Frequenz.

3. Boatman et al. (1) und Morales, P. A. (16) : Bei wachsender Flüssigkeitsmenge nimmt die Zahl der Ureterkontraktionen ab.

4. Briggs et al. (5) haben nachweisen können, daß bei geringen Urinmengen unter 0,2 ml / Minute die Frequenz in Abhängigkeit von der transportierten Menge, über 0,2 ml / Minute die Frequenz sich kaum mehr ändern, während sie bei großen Mengen von 2 ml / Minute absinkt.

Die eigenen Untersuchungsergebnisse zeigen einen signifikanten Unterschied der " mit Tee " - Gruppe mit durchschnittlich 1,44 Spindeln / Minute zu der " ohne Tee " - Gruppe mit 1,77 Spindeln / Minute.

Da die Flüssigkeitsmenge von ≈300 ml Tee in möglichst kurzer Zeit getrunken und das MDP 20 Minuten später i.v. gegeben wurde, fällt die Datenaufnahme in einen Zeitraum mit einer deutlich gesteigerten Diurese. Ein sogenannter Diureseureter kann neben den Ergebnissen von Boatman und Morales (16) und von Briggs (5) die geringere Frequenz der " mit Tee " - Gruppe erklären.

Die Untersuchungsergebnisse von Hajós (11), daß eine gewisse Rhythmik in den Spindelabständen, wie im Bild 4 aufgezeigt, konnten nicht bestätigt werden. Eine Einteilung in 4 verschiedene Klassen des Diagrammes 2, stellt den Versuch dar, eine gewisse Aussage über den Abstand von Spindeln machen zu können. So stellt die Sammelgruppe, in der Phasen mit längeren konstanten Differenzen auftreten, mit 38 Vertretern die größte Gruppe dar. In dem Untersuchungszeitraum von 16

Minuten (effektive Peristaltikbeobachtungszeit ca. 12 Min.) hätten nach Hajós (11) ca. 1 - 2 seiner gefundenen Rhythmus - Zyklen auftreten müssen.

Bei den " mit Tee " - Patienten zeigt jeder fünfte Patient ein gleiches Differenzmuster für den linken und rechten Ureter. Im Vergleich zu der " ohne Tee " - Gruppe eine etwa halb so häufige Übereinstimmung. Eine Erklärung dieses Ergebnisses steht noch aus.

Die gefundene Spindelgeschwindigkeit von 3 cm / Sekunde stimmt mit der in der Literatur angegebenen überein. Eine genauere Bestimmung der Geschwindigkeit ist aufgrund der Versuchsanordnung nicht möglich. Das Summenbild zeigt nur die Länge des Ureters in der frontalen Ebene.

Der dorso - ventrale Verlauf des Ureters und die Einmündung in die Blase unterhalb und hinter der cranialen Begrenzung der Blase bringt eine, mit dieser Versuchsanordnung nicht meßbare zusätzliche Länge. Aus diesem Grunde wurde mit der in der Literatur angegebenen durchschnittlichen Länge des Ureters von 30 cm gerechnet.

Die Verteilung der ampullären (16,7 %) und linearen (83,3 %) Nierenbecken stimmt mit der Angabe von H. Schmidt (19) (20 % ampulläre und 80 % lineare Nierenbecken) überein. Die linearen Nierenbecken zeigen mit einer Zeit von 4 Minuten 33 Sekunden eine um 33 Sekunden kürzere Zeit und mit 1,63 Spindeln / Minute gegenüber den 1,46 Spindeln / Minute bei den ampullären Nierenbecken. Hanley (9) beobachtete, wie bei linearem Nierenbecken jede geringe Diurese eine Entleerung hervorrief, während bei den ampullären Nierenbecken eine gewisse Retention zu bemerken war.

E ZUSAMMENFASSUNG

In dieser Arbeit wird eine neue nuklearmedizinische Untersuchungsmethode (UKG) an 42 Patienten beschrieben. Der Untersuchungsgang, die zu den Messungen benutzten Geräte, und die zur Auswerung benutzten Verfahren werden beschrieben.

Um genauere Aussagen über die Uretermobilität zu erhalten, wurde nach einer Routine - Nierenserien - Szintigraphie (mit ^{99m}Tc - MDP), das von Müller - Schauenburg entwickelte Urokinetogramm (UKG) angefertigt und ausgewertet. Dabei wurden die Untersuchungsergebnisse und zusätzlich linker und rechter Ureter getrennt nach Teegenuß (ca. 300 ml) und nach Geschlecht aufgeschlüsselt :

Bei den weiblichen Patientengruppen lagen fast alle Durchschnittswerte etwas über denen der vergleichbaren männlichen Patientengruppe. Die durchschnittliche Zeit bis zur ersten sicher erkennbaren Spindel im UKG betrug bei der " ohne Tee " - Gruppe 4 Minuten 38 Sekunden, bei der " mit Tee " - Gruppe 4 Minuten 7 Sekunden, ein gerade nicht mehr signifikanter Unterschied ($2p \approx 0{,}05$). Die relative Konstanz der Spindelzahlen zwischen der 7. bis 16. Minute p. i. (mit und ohne Tee signifikant unterschiedlich $2p < 0{,}01$) wurde zur Berechnung der Spindelabläufe in einer Minute, bzw. des Abstandes zwischen zwei Spindeln verwandt. Der Abstand zwischen zwei Spindeln betrug bei der " ohne Tee " - Gruppe 33,9 Sekunden und bei der " mit Tee " - Gruppe 41,7 Sekunden im Mittel.

In Anlehnung an Hajós (11) wurden die Spindelabstände für jeden Ureter in ein Diagramm übertragen. Diese Differenz - Diagramme wurden 4 Klassen zugeordnet. Bei der " ohne Tee " - Gruppe zeigt jeder zweite Patient ein gleiches Differenzmuster für linken und rechten Ureter; bei der " mit Tee " - Gruppe Übereinstimmung bei nur jedem fünften Patienten. Die Spindelgeschwindigkeit wurde mit 3 cm / Sekunde ermittelt.

Die Summenbilder zeigten in 16,7 % ampulläre und in 83,3 % lineare

Nierenbecken. Die ampullären Nierenbecken zeigten im Durchschnitt erst 33 Sekunden später als die linearen Nierenbecken die erste Spindel und eine Spindelzahl von 14,6 zu 16,3 bei den linearen Nierenbecken während der 7. bis 16. Minute p. i.

Sonderformen von Spindelabläufen, wie z. B. Retroperistaltiken und verschiedene Depotformen werden anhand von Beispielen aufgezeigt.

Ein Vergleich von Depots im UKG mit den betreffenden Summenbildern ergab eine deutliche Übereinstimmung.

Die Ergebnisse werden diskutiert.

F LITERATURVERZEICHNIS

1. Boatman, D. L., Lewin, M. L., Culp, D. A., Flocks, R. H. :

Pharmacologic evaluation of ureteral smooth muscle

Invest. Urol. 6, 509 (1967)

2. Bors, E. :

Intravenöse Ausscheidungspyelographie bei gleichzeitiger Berücksichtigung verschiedener Körperhaltungen

Z. Urologie 25, 893 (1931)

3. Boyarsky, S., Gottschalk, C. W., Tanagho, E. A., Zimskind, P. D. (Eds.) :

Urodynamics

New York and London : Academic Press (1971)

4. Boyarsky, S., Martinez, J. :

Ureteral peristaltic pressures in dogs with changing urine flows

J. Urol. (Baltimore) 87, 25 (1962)

5. Briggs, E. M., Constantinou, Ch. E., Govan, D. E. :

Dynamics of the upper urinary tract. The relationsship of urine flow and rate of ureteralperistalsis

Invest. Urol. 56, 10 (1972)

6. Doertelmann, K. M. :

Über den Einfluß der Schwerkraft auf die Frequenz der Kontraktionsabläufe am menschlichen Ureter

Med. Diss., Hamburg, 14 (1978)

7. Doertelmann, K. M. :

Über den Einfluß der Schwerkraft auf die Frequenz der Kontraktionsabläufe am menschlichen Ureter

Med. Diss., Hamburg, 22 (1978)

8. Hanley, H. G. :

Cineradiography of the urinary tract

Brit. med. J., II, 22 (1955)

9. Hanley, H. G. :

Hydronephrosis lancet, II, 664 (1960)

10. Hanley, H. G. :

The pelvi - ureteric junction : A cinepyelography study

Brit. med. J., 31, 277 (1959)

11. Hajós, E. :

Telescreen and radiographic examination of urinary transport

Akadémiai Kiadó, Budapest, 39 (1978)

12. Hippéli, R. :

Habilitationsschrift, Tübingen (1981)

13. Kiil, F. :

The function of the ureter and renal pelvis

Oslo : Oslo University Press (1957)

14. Kiil, F. :

Urinary flow and ureteral peristalsis

In : Lutzeyer, W., Melchior, H., (Eds.) :

Urodynamics

Berlin - Heidelberg - New York, Springer, 57 (1973)

15. Lutzeyer, W., Melchior, H., (Hrsg.) :

Ureterdynamik

G. Thieme, Stuttgart (1971)

16. Morales, P. A. :

Ureteral delivery and efflux

In : Boyarsky, S., Gottschalk, C. W., Tanagho, E. A., Zimskind, P. D., (Eds.) :

Urodynamics

New York and London : Academic Press, 87 (1971)

17. Müller - Schauenburg, W., Anger, K., Carl, J., Feine, U., Hippéli, R. :

Erste Erfahrungen mit einer neuen nuklearmedizinischen Methode der Peristaltikdarstellung der Ureteren (UKG)
Vortrag Europäischer Kongreß für Nuklearmedizin,

Madrid (1978)

18. Schick, E., Tanagho, E. A. :

The effect of gravity on ureteral peristaltic

J. Urol. 109, 187 (1973)

19. Schmid, H. :

Motilität der oberen Harnwege

Springer, New York - Berlin (1978)

20. Sleator, W. Jr., Butcher, H. R., Jr. :

Action potentials and pressure changes in ureteric waves

Amer. J. Pysiol. 80, 261 (1954 / 55)

21. Stolze, T., Stecher, W. :

Erfahrungen mit der Ausscheidungsurographie im Liegen und im Stehen

3. Tagung Med. Wiss. Röntgenologie der DDR

Akademie Verlag Berlin, 1 (1959)

22. Tanagho, E. A. :

The trigone : anatomical and physiological considerations

J. Urol. (Baltimore), 100, 623 (1968)

23. Tanagho, E. A., Meyers, F. H. :

Ureteral peristaltic activity

In : Boyarsky, S., Gottschalk, C. W., Tanagho, E. A., Zimskind, P. D., (Eds.) :

Urodynamics

New York and London : Academic Press, 120 (1971)

24. Vidal, B. , Giannoni, R. :

Sul meccanismo fisiologico della escrezione pieloureterale

Friali med. 20, 785 (1965)

25. Weinberg, S. R., Siebens, A. A. :

Activity of the ureter after surgery

J. Urol. (Baltimore) 80, 326 (1958)

26. Wolf, M. :

Experimentelle Untersuchungen zur Röntgenologischen und Nuklearmedizinischen Funktionsdiagnostik am Harnleiter

Med. Diss., Tübingen, 14 (1980)

LEBENSLAUF

Am 24. September 1948 wurde ich, Rolf Lindenberger, als Sohn des Dr. med. dent. Gerhard Lindenberger und seiner Ehefrau Katharina Lindenberger, geborene Kruchten, in Leonberg geboren.

1955 – 1959	Volksschule Leonberg
1959 – 1968	Albert-Schweitzer-Gymnasium Leonberg
1968 – 1969	Schloß-Schule Kirchberg / Jagst
11. 06. 1969	Zeugnis der Reife
WS 1969/70	Studium Biologie/Leibeserziehung in Tübingen
21. 11. 1974	Staatsexamen Biologie/Leibeserziehung, Tübingen
SS 1974	Studium der Zahnheilkunde, Mainz
13. 03. 1975	Naturwissenschaftliche Vorprüfung, Mainz
SS 1975	Studium der Zahnheilkunde, Tübingen
11. 10. 1976	Zahnärztliche Vorprüfung, Tübingen
13. 06. 1979	Staatsexamen Zahnheilkunde, Tübingen

Druck: Polyfoto - Dr. Vogt KG
Forststraße 58, 7000 Stuttgart 1
Telefon (0711) 61 06 41